(NASA-CR-162958) ELECTRON DENSITY PROFILES OBTAINED OVER FRANCE USING TOPSIDE AND GROUND-BASED IONOSPHERIC SOUNDINGS (Groupe de Recherches Ionospheriques) 19 p
N80-73551
Unclas
00/46 33664

GROUPE DE RECHERCHES IONOSPHÉRIQUES

POOR PRINT QUALITY

GRI/NT/50

Election Density Profiles obtained over France using Topside and Ground-based Ionospheric Soundings

QUELQUES PROFILS DE DENSITE ELECTRONIQUE OBTENUS PAR SONDAGES IONOSPHERIQUES EN CONTRE-HAUT ET EN CONTREBAS AU-DESSUS DE LA FRANCE

par by

M. DOT et J.M. FAYNOT

APR 1980
RECEIVED
NASA STI FACILITY
ACCESS DEPT.

7 Dec 1965

Le GROUPE de RECHERCHES IONOSPHERIQUES a été formé avec la participation : du CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES DES TÉLÉCOMMUNICATIONS, du CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE et de L'INSTITUT de PHYSIQUE du GLOBE.

CENTRE NATIONAL D'ETUDES DES TELECOMMUNICATIONS
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE

—

GROUPE DE RECHERCHES IONOSPHERIQUES
NOTE TECHNIQUE GRI/NT/50

QUELQUES PROFILS DE DENSITE ELECTRONIQUE OBTENUS PAR SONDAGES IONOSPHERIQUES EN CONTRE-HAUT ET EN CONTREBAS AU-DESSUS DE LA FRANCE

par

M. DOT et J.M. FAYNOT

Vu : Le Chef du Groupe de
Recherches Ionosphériques

J. HIEBLOT

Issy-les-Moulineaux,
le 7 décembre 1965

B23689-000A

QUELQUES PROFILS DE DENSITE ELECTRONIQUE OBTENUS PAR SONDAGES IONOSPHERIQUES EN CONTRE-HAUT ET EN CONTREBAS AU-DESSUS DE LA FRANCE

par

M. DOT et J.M. FAYNOT

- _ -

SOMMAIRE

En liaison avec l'installation du sondeur ionosphérique à diffusion français, on a étudié la variation diurne de l'ionisation au-dessus de St Santin de Maurs (Cantal), à partir des observations du satellite Alouette et de la station ionosphérique de Garchy (Nièvre), en période de solstice d'hiver et d'été. On a ajouté quelques remarques complémentaires sur les perturbations ionosphériques observées en contre-haut.

QUELQUES PROFILS DE DENSITE ELECTRONIQUE OBTENUS PAR SONDAGES IONOSPHERIQUES EN CONTRE-HAUT ET EN CONTREBAS AU-DESSUS DE LA FRANCE

Par Maryse DOT et Jean Marc FAYNOT

Groupe de Recherches Ionosphériques

Un sondeur ionosphérique à diffusion, réalisé par le C.N.E.T. avec le soutien du C.N.E.S., a été mis en fonctionnement en septembre 1965 (1). Ce sondeur explore au-dessus de St Santin de Maurs (Cantal) l'ionosphère supérieure et inférieure. Il importait de prévoir le comportement moyen de l'ionosphère dans cette région et en particulier sa variation diurne pour différentes saisons.

Les variations diurnes ont donc été étudiées pour l'ionosphère supérieure à l'aide des résultats obtenus au-dessus du Centre de la France par le satellite sondeur ionosphérique canado-américain "Alouette", dont les signaux étaient reçus par la Radio and Space Research Station* de Slough à Winkfield (G.B.). Pour l'ionosphère inférieure, on a utilisé les sondages effectués à la station ionosphérique de Garchy (Nièvre) (cf fig. 1).

Pour respecter les conditions prévues de magnétisme et d'activité solaire dans les premiers temps de fonctionnement du sondeur, on a été conduit à choisir le solstice d'hiver 1962-63 et le solstice d'été 1963, et à rechercher dans la mesure du possible les jours de faible agitation magnétique.

...

* Désignée dans ce qui suit par R.S.R.S.

1) CHOIX DES DONNEES

a) Ionosphère supérieure

Le satellite "Alouette" a été réalisé par la D.R.T.E. au Canada et lancé par la N.A.S.A. aux E.U. le 29 septembre 1962. Ce satellite est équipé d'un sondeur ionosphérique qui balaye une gamme de fréquences continue de 0,5 à 11,5 MHz en 11 secondes environ. La fréquence de répétition est de 20 s . On dispose ainsi d'un ionogramme tous les 100 km environ. La période de révolution, de l'ordre de 105 minutes, et l'inclinaison de l'orbite, de 83°, imposent une période de l'ordre de 3 mois pour obtenir une variation diurne complète au-dessus d'un même lieu.

Pour obtenir les profils d'ionisation aux différentes heures, on a donc dû prendre des jours différents centrés autant que possible sur le solstice considéré. Les jours ne sont pas toujours équivalents aux points de vue de la variation saisonnière et de l'agitation magnétique, ce qui limite nécessairement la signification des résultats.

Il a été en outre nécessaire de tenir compte des écarts de longitude par une correction de temps. Les résultats sont donnés en temps local vrai (T.L.).

Le tableau I montre en fonction du T.L. les caractéristiques des passages choisis.

Pour chaque passage, on a sélectionné les sondages obtenus par le satellite dans une bande de 5° de latitude et 30° de longitude centrée sur St Santin (fig. 1).

...

DATE	REVOL.	LONG.	LAT.	T U	T L M
10-06-63	3464	-02.38	40.35	01.57	01.48
21-05-63	3193	-13.64	41.70	05.20	04.26
29-07-63	4135	-05.92	45.53	06.32	06.09
25-07-63	4081	-13.19	44.23	07.34	06.41
16-07-63	3958	09.20	45.26	07.14	07.51
03-07-63	3782	-02.45	46.49	09.41	09.31
21-06-63	3619	01.68	44.29	11.01	11.08
13-06-63	3510	12.35	46.56	11.18	12.08
02-06-63	3361	04.98	45.48	13.15	13.35
18-05-63	3157	16.42	44.70	14.28	15.33
12-08-63	4333	-12.24	44.33	18.19	17.30
28-07-63	4129	-00.76	45.22	19.32	19.29
24-07-63	4075	08.88	43.21	20.34	21.10

Eté 1963

DATE	REVOL	LONG.	LAT.	T U	T L M
05-01-63	1339	00.01	45.86	09.01	09.00
23-12-62	1162	15.25	45.25	09.43	10.44
17-12-62	1081	03.51	46.44	11.15	11.31
18-12-62	1102	-06.48	40.99	11.54	11.30
13-12-62	1027	-03.70	45.02	12.17	12.05
12-12-62	1013	07.96	43.79	11.40	12.22
07-12-62	945	11.55	44.46	12.00	12.46
06-12-62	932	-02.92	41.64	13.13	13.01
30-11-62	850	12.31	41.09	13.00	13.48
29-11-62	837	-03.79	44.96	14.07	13.55
18-11-62	687	15.88	41.70	14.19	15.20
24-11-62	769	00.64	42.27	14.32	14.32
19-02-63	1958	-13.63	44.43	17.16	16.20
08-11-62	552	-03.83	44.67	16.52	16.36
15-02-63	1904	-21.72	42.61	18.17	16.53
04-11-62	498	-11.93	46.51	17.53	17.09

Hiver 1962-1963

IONOGRAMMES DU SATELLITE ALOUETTE ETUDIES

TABLEAU I

b) Ionosphère inférieure

Les ionogrammes en contrebas ont été sélectionnés, dans la mesure du possible, d'après les jours et heures de passage utilisés du satellite "Alouette" ; cependant certains jours diffèrent en raison notamment de cas d'occultations par une couche E sporadique. Les jours choisis sont donnés en fonction du temps local de la station (T.U. + 12 mn) par le tableau II. On a indiqué également le coefficient k_p d'agitation magnétique correspondant.

2) METHODE DE DETERMINATION DES PROFILS D'IONISATION

Les profils d'ionisation en hauteurs réelles ont été obtenus en utilisant la méthode de Titheridge (2), mise au point à la R.S.R.S., pour les sondages en contre-haut.

Les profils en hauteurs réelles de Garchy en contrebas ont été calculés par la méthode de Budden (3).

On voit sur l'exemple de la fig. 2 que des difficultés peuvent survenir dans l'interprétation de ces profils lorsqu'apparaît un mauvais raccordement des profils supérieur et inférieur (cas de la fig. 2b).

Ce désaccord provient plus probablement d'une propagation non zénithale (4) que des erreurs introduites par les méthodes de calcul.

...

GARCHY	T.L.	00.00.01.00.02.00	03.00.04.00	05.00.06.00	07.00	08.00
	Date	11.6.63	21.6.63	29.7.63	4.7.63	17.7.63
	Kp	13	8	7	20	24
ALOUETTE	T.L.	02.00	04.30	06.00	07.00	08.00
	Date	10.6	21.5	29.7	25.7	16.7
	Kp	11	8	7	21	14

GARCHY	T.L.	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	16.00	17.00	19.00	20.00	21.00
	Date	5.7	2.7	21.6	13.6	12.6	10.6	16.5	13.6	21.6	13.6	12.7
	Kp	25	9	14	11	10	11	6	11	14	11	9
ALOUETTE	T.L.	09.30		11.00	12.00	13.30	15.30		17.30	19.30		21.00
	Date	3.7		21.6	13.6	2.6	18.5		12.8	28.7		24.7
	Kp	5		14	11	19	6		9	12		32

ETE 1963

GARCHY	T.U.	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	
	Date	5.1.63	13.12.62					15.11.62				
	Kp		24					29				
ALOUETTE	T.L.	09.00	10.44	11.31	12.05	12.46	13.55	14.32	15.20	16.20	16.36	16.53	17.0
	Date	5.1.63	23.12	17.12	13.12	07.12	29.11	24.11	18.11	19.02	08.11	15.02	4.1
	Kp	7_-	7_o	30_-	24_o	7_o	16	24	3_-	3_o	16_+	15_+	26_o

HIVER 1962-63

COMPARAISON DES IONOGRAMMES DU SATELLITE
ALOUETTE ET DE LA STATION DE GARCHY UTILISES

TABLEAU II

3) INTERPRETATION DES PROFILS OBTENUS

Après avoir calculé les différents profils, on a tracé les courbes isoioniques en fonction de l'altitude et du temps local (fig. 3 et 4). Malgré la difficulté, inhérente à l'utilisation du satellite Alouette, de comparer des heures provenant de jours différents, on peut faire quelques remarques sur les résultats obtenus.

a) Solstice d'été

Sur la fig. 3, on observe à la fin de la nuit un minimum d'ionisation, puis, au lever du soleil, la densité électronique augmente rapidement.

Les résultats paraissent assez significatifs si on les compare aux observations obtenues par la technique qui permet une étude dans le temps en un point donné, à savoir la diffusion incohérente. C'est ainsi le cas des résultats obtenus à l'aide du sondeur ionosphérique à diffusion du Massachusett Institute of Technology, Millstone Hill (E.U.) (5), qui rejoignent ceux provenant des stations ionosphériques au sol (6). Ces résultats font prévoir notamment l'existence de deux maxima d'ionisation : vers 10 h et vers 20 h en T.L. Or, sur la fig. 3, on observe non pas un, mais deux maxima le matin, le premier vers 7 h, le second vers 12 h. Ceci tient probablement à l'agitation magnétique élevée pour les jours correspondant à 7 h, 8 h et 9 h (cf Tableau II) zone hachurée sur la fig. 3.

Par contre, le maximum du soir apparaît d'une façon très nette vers 19 h, en même temps qu'une élévation de la couche correspondante.

...

La différence de répartition de l'ionisation est d'autant plus visible que l'altitude augmente ; le maximum de 12 h par exemple est nettement plus visible à 650 et 750 km qu'il ne l'est à la hauteur du maximum de densité de la couche.

b) Solstice d'hiver

La qualité des ionogrammes obtenus par le satellite au cours des passages de nuit en période d'hiver est médiocre et il n'a pas été possible de rassembler un ensemble de résultats suffisants pour décrire une variation diurne complète.

On a pu seulement tracer (fig. 4) les courbes isodensité électronique en fonction du temps de 09 à 18 heures locales. On constate la présence d'un premier maximum centré sur midi local, suivi d'une variation d'après-midi moins régulière.

La comparaison de ces résultats avec d'autres obtenus par diffusion (5) en décembre 1963 montre qu'il n'est pas possible d'attribuer une valeur quantitative certaine aux résultats présentés ici, mais qu'ils paraissent néanmoins qualitativement représentatifs de la variation diurne réelle.

4) IRREGULARITES OBSERVEES DANS L'IONOSPHERE SUPERIEURE

Pour obtenir une collection d'ionogrammes exploitables couvrant une variation diurne pour chaque solstice, on a du effectuer une sélection parmi tous les enregistrements

...

obtenus par la station de Winkfield pendant les périodes de solstices d'hiver et d'été.

Il a donc été possible de dresser une statistique d'apparition de traces irrégulières ou parasites dans la zone de latitude considérée. Les résultats correspondant à chaque période mettent en évidence deux distributions nettement différenciées (fig. 5) ; la distribution d'été est caractérisée par deux maxima au début et en fin de journée ; celle d'hiver par deux maxima rapprochés de part et d'autre de 12 h. Ces distributions sont formellement identiques aux évolutions diurnes de l'ionisation des figures 3 et 4.

Dans la mesure où ce type d'irrégularités représente la composante à haute altitude de perturbations itinérantes (7), il semble possible d'en conclure que l'évolution de ces perturbations est liée au mécanisme plus général d'équilibre diurne des profils d'ionisation, le long des lignes de force du champ magnétique terrestre.

...

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Dr. King de les avoir autorisés à étudier les documents de la R.S.R.S. et à y effectuer les calculs de hauteurs réelles. Ils apprécient l'autorisation des organismes responsables de l'expérience "Alouette", la N.A.S.A. et la D.R.T.E., d'utiliser les données provenant de cette belle expérience.

Cette étude s'inscrit dans les recherches poursuivies sous la direction de F. du Castel dans le cadre d'une Convention du C.N.E.S.

- _ -

BIBLIOGRAPHIE

(1) H. Carru, M. Petit, P. Waldteufel, C. R. Ac. Sc. Paris. "(Séance du 27 oct. 1965)", 261, n° 20, p.4181.

(2) J.E. Titheridge, J. Atm. Ter. Phys., 40, 21, 1961.

(3) K.G. Budden, Cambridge Conference on Ionospheric Physics, p. 332, Physical Society, London, 1955.

(4) R.J. Fitzenreiter, L.J. Blumle, J. Geoph. Res., 69, 407, 1964.

(5) J.V. Evans, J. Geoph. Res., 70, 1175, 1965.

(6) J.W. King et al., An explanation of various ionospheric and atmospheric phenomena including the anomalous behaviour of the F region, Radio Research Station, Slough, G.B., Rapport IM191, december 1964.

(7) J.M. Faynot, Space Research V, p. 229, North Holl, 1965.

LEGENDE DES FIGURES

Fig. 1 Implantation des stations.
En hachuré, zone de latitude étudiée.

Fig. 2 Exemple de profils d'ionisation en hauteurs réelles.
a 15 nov. 62 (profil à bon raccordement)
b 13 déc. 62 (profil à mauvais raccordement)

Fig. 3 Isoioniques en solstice d'été (1963)
(densité en 10^5 électrons cm^{-3})
La zone hachurée correspond à des périodes d'activité magnétique élevée.

Fig. 4 Isoioniques en solstice d'hiver (1962-63)
(densité en 10^5 électrons cm^{-3})
Les courbes pointillées correspondent aux seuls résultats de nov-déc 1962, sans ceux de fév. 1963.

Fig. 5 Histogramme des irrégularités apparentes sur les ionogrammes en contre-haut.

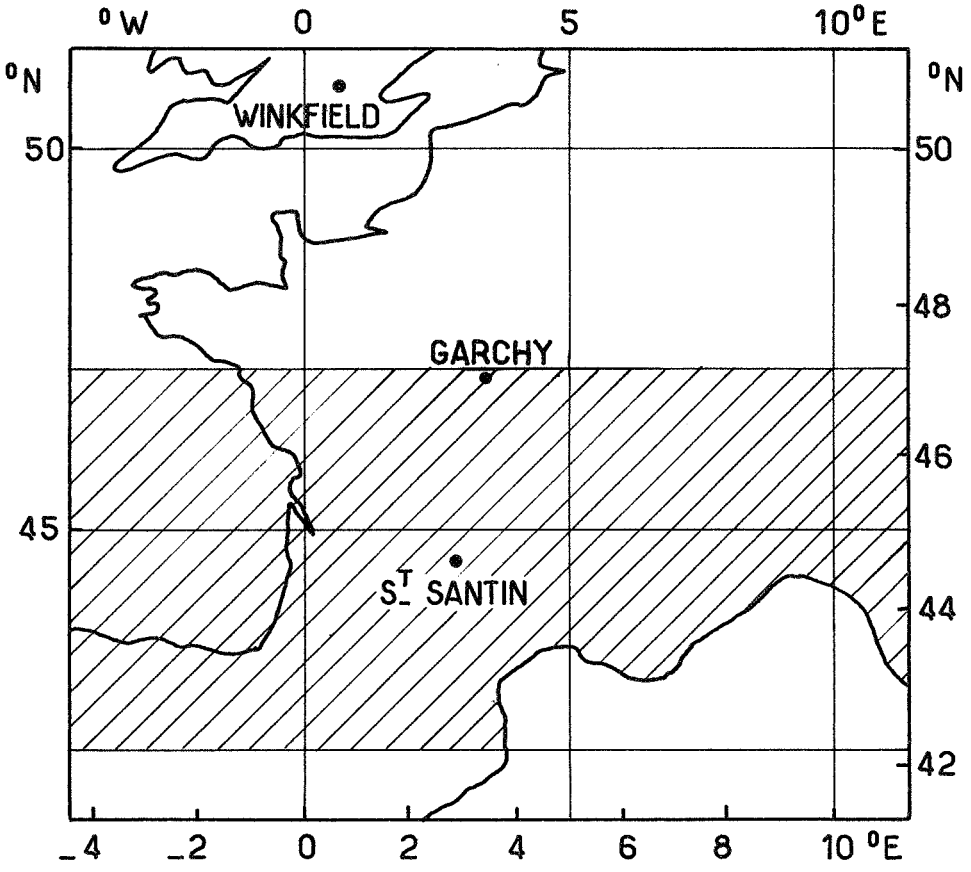
0 W
0
5
10 0 E
0 N
50
WINKFIELD
GARCHY
45
S T SANTIN
48
46
44
42
_4
_2
0
2
4
6
8
10 0 E

FIG:1

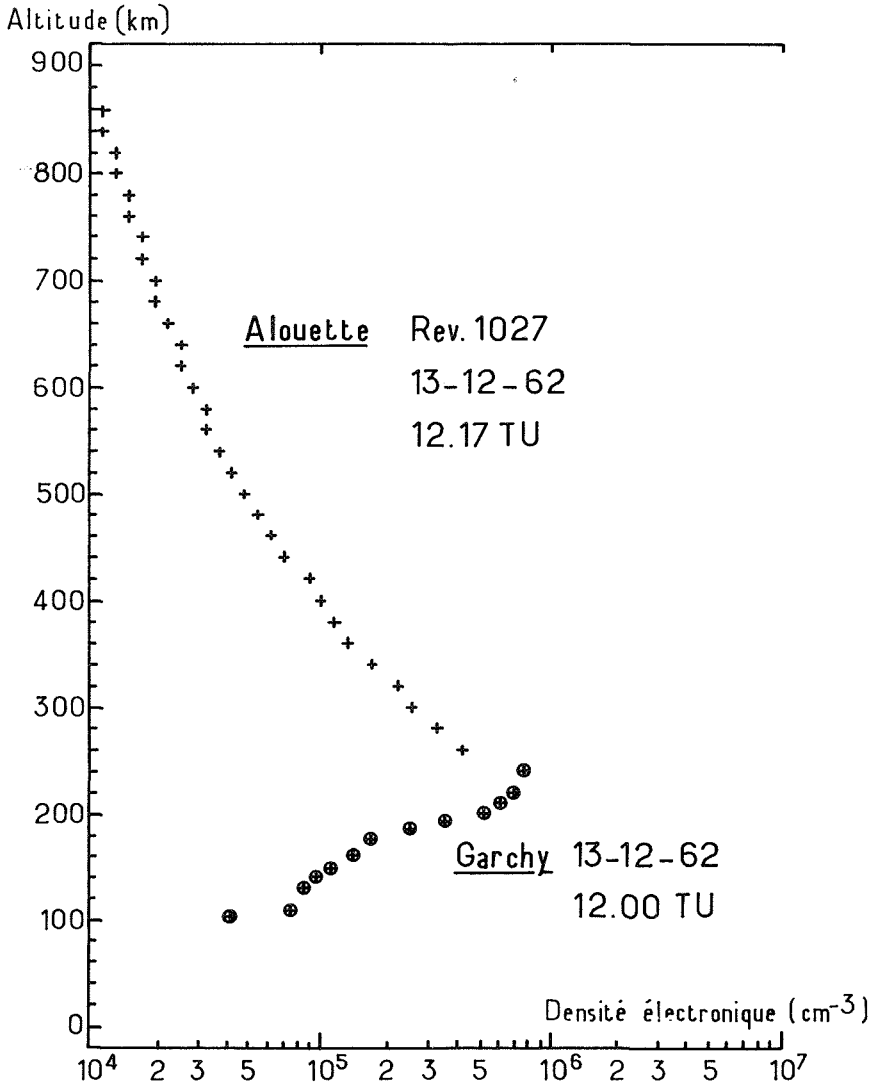
Altitude (km)
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Alouette Rev. 1027
13-12-62
12.17 TU
Garchy 13-12-62
12.00 TU
Densité électronique (cm⁻³)
10⁴ 2 3 5 10⁵ 2 3 5 10⁶ 2 3 5 10⁷

FIG:2b

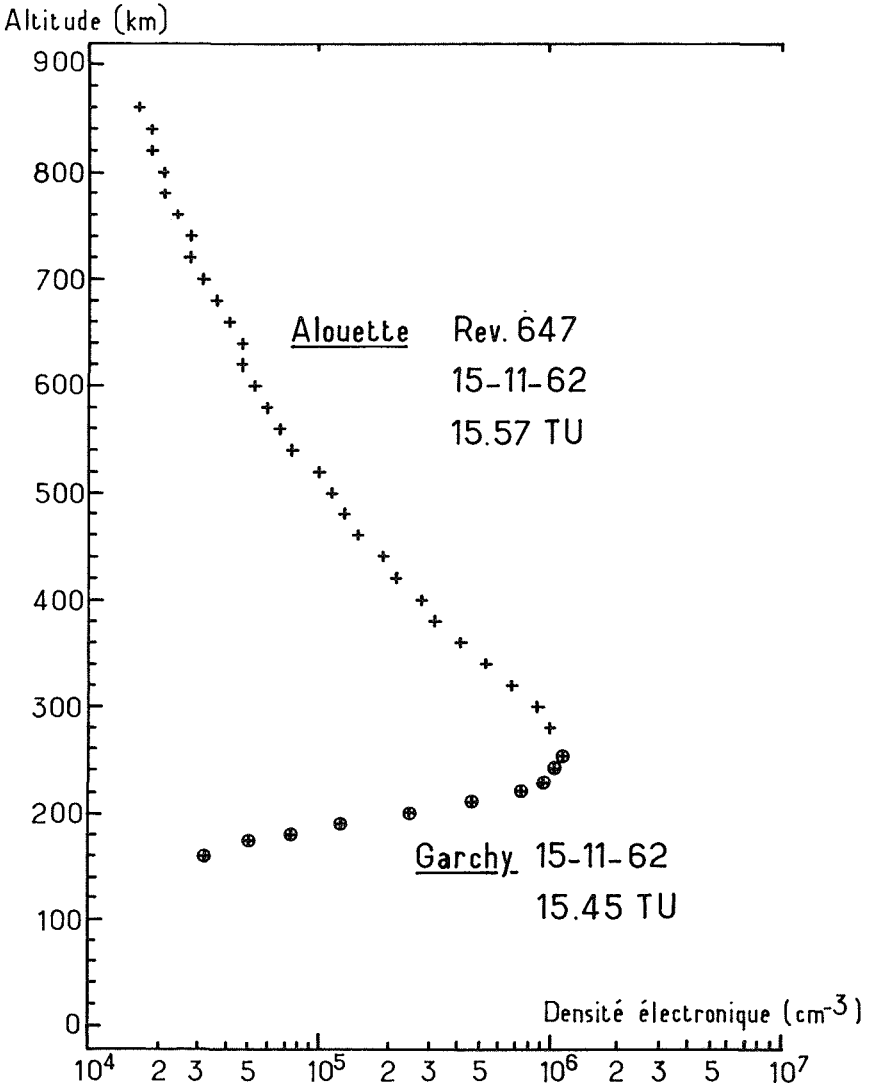
Altitude (km)
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Alouette Rev. 647
15-11-62
15.57 TU
Garchy 15-11-62
15.45 TU
Densité électronique (cm⁻³)
10⁴ 2 3 5 10⁵ 2 3 5 10⁶ 2 3 5 10⁷

FIG:2a

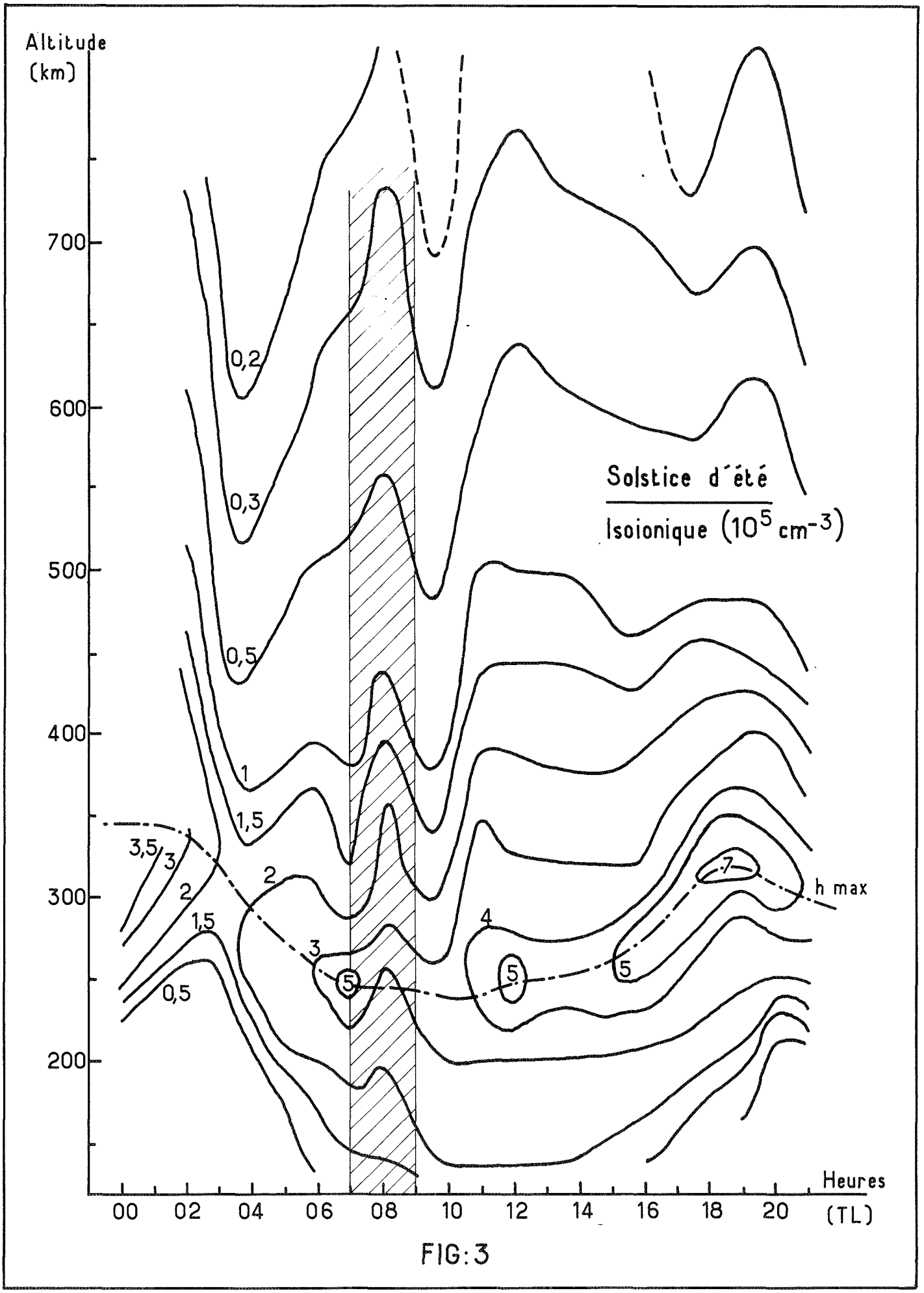
Altitude
(km)
700
600
500
400
300
200
0,2
0,3
0,5
1
1,5
2
3
3,5
4
5
7
h max
Solstice d'été
Isoionique (10^5 cm^{-3})
Heures
00
02
04
06
08
10
12
14
16
18
20
(TL)

FIG:3

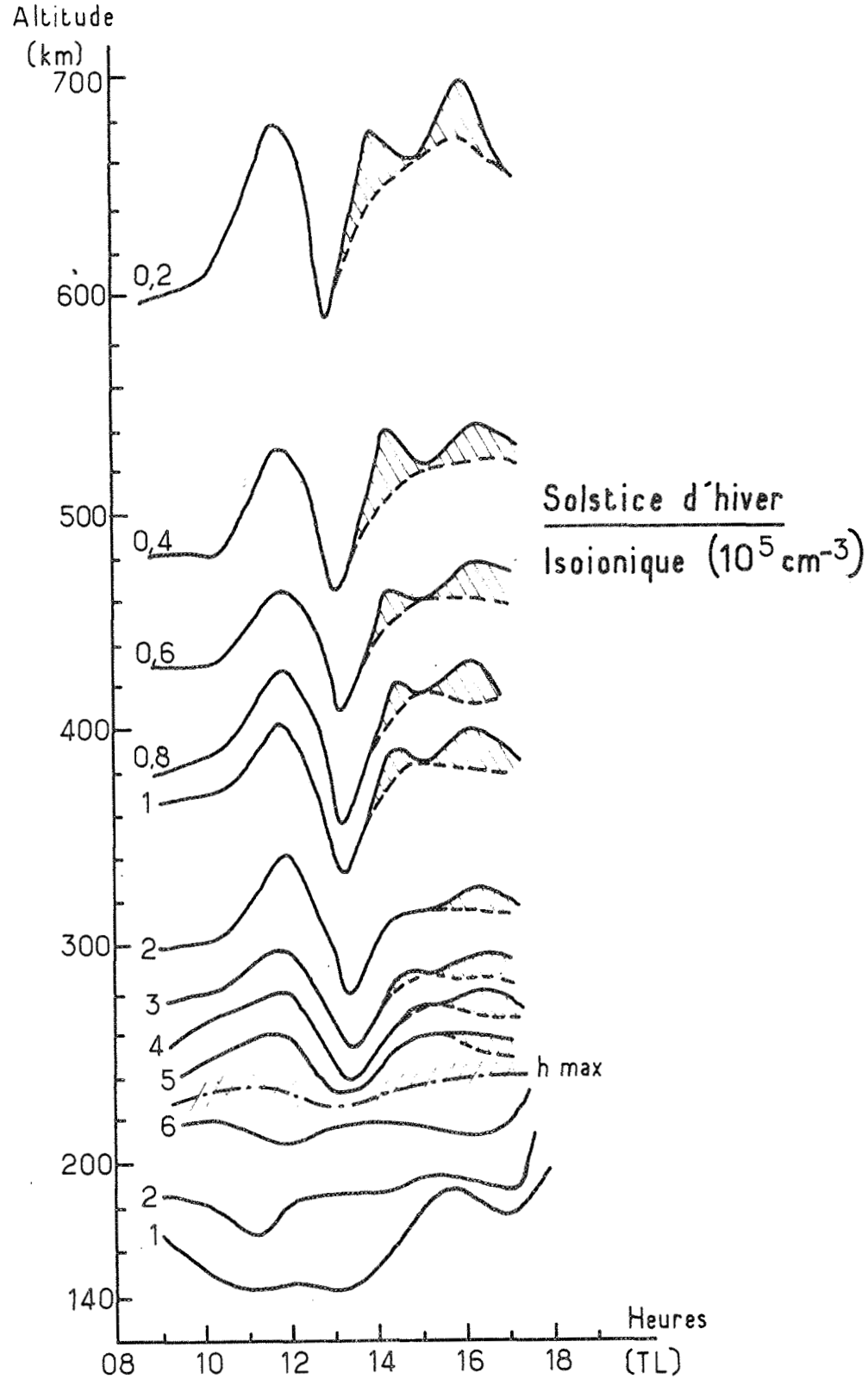
Altitude
(km)
700
600
500
400
300
200
140
0,2
0,4
0,6
0,8
1
2
3
4
5
6
2
1
h max
Heures
08
10
12
14
16
18
(TL)
Solstice d'hiver
Isoionique (10^5 cm^{-3})

FIG:4

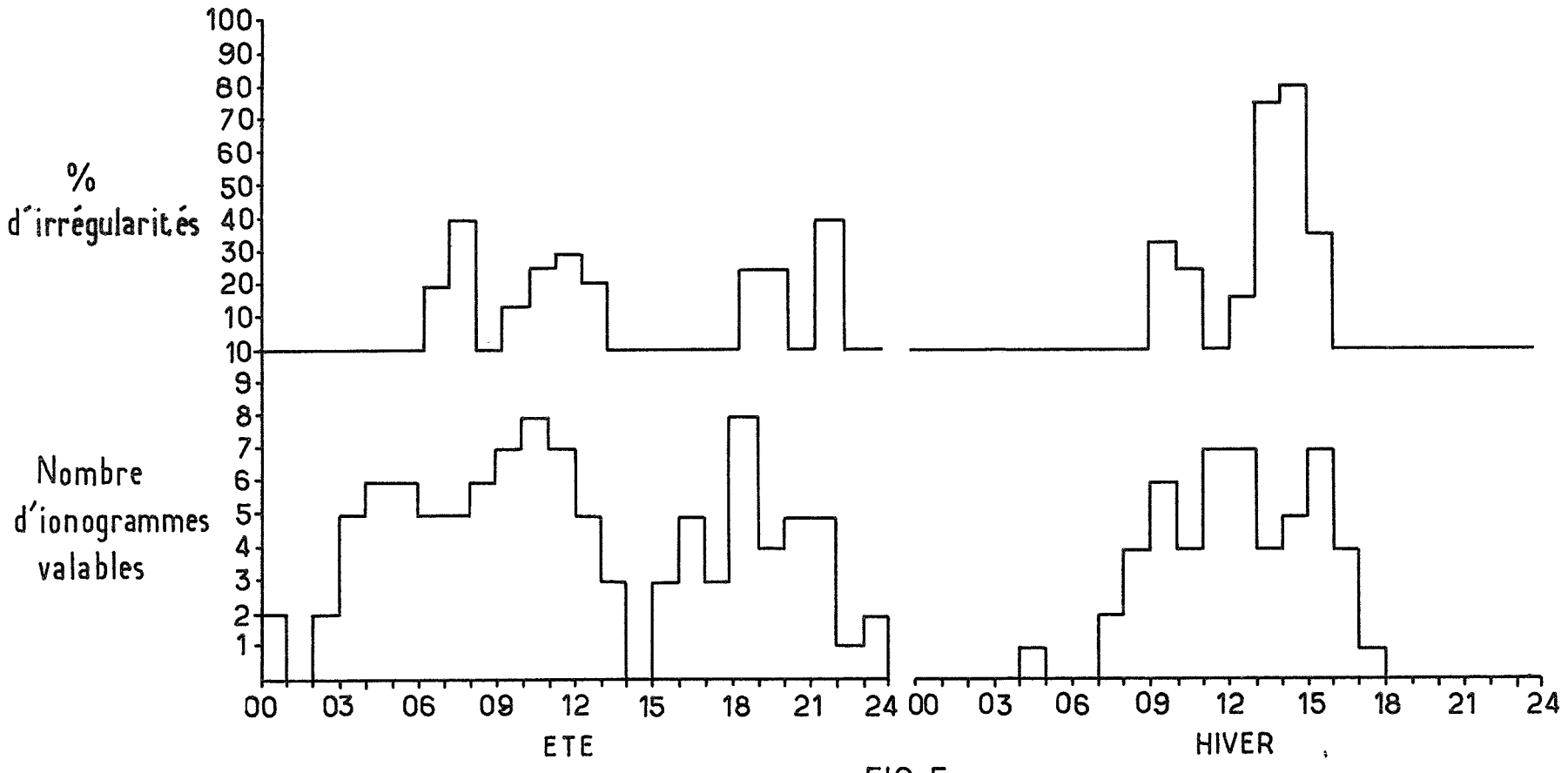
% d'irrégularités
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
Nombre d'ionogrammes valables
9
8
7
6
5
4
3
2
1
00 03 06 09 12 15 18 21 24
ETE
00 03 06 09 12 15 18 21 24
HIVER

FIG:5